

PENGARUH ASAM TANAT, SUKROSA DAN SORBITOL TERHADAP KUALITAS SURIMI IKAN SWANGI (*Priacanthus tayenus*) SELAMA PENYIMPANAN SUHU -5°C

*The Effect of Tannic Acid, Sucrose and sorbitol on The Quality of Surimi Made From Snapper (*Priacanthus tayenus*) During Temperature Storage at -5°C*

Bigeye

Nur Aminudin*), YS Darmanto *), Apri Dwi Anggo*)

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro,
 Jl. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang Semarang 50275, Telp/Fax: (024)7474698

Abstrak

Surimi adalah daging lumat yang telah mengalami proses pencucian, pengepresan dan pembekuan. Surimi dengan perlakuan pencucian, *setting* suhu pemasakan dan penyimpanan pada suhu yang berbeda menghasilkan kualitas yang berbeda pula. Penambahan bahan tambahan makanan dapat meningkatkan nilai kekuatan gel. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengetahui potensi asam tanat, sukrosa dan sorbitol terhadap kekuatan gel, kadar air, pH, hedonik, uji lipat dan uji gigit. Materi yang digunakan adalah ikan swangi (*Priacanthus tayenus*) dari TPI Batang, Jawa Tengah. Ikan diolah menjadi surimi dengan penambahan asam tanat 0,05%, sukrosa 4% dan sorbitol 4% dengan penyimpanan suhu -5°C selama 21 hari. Penelitian menggunakan rancangan percobaan RAK Petak-Petak Terbagi. Data dianalisis menggunakan *Analysis of Varians* (ANOVA) dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

Hasil penelitian didapatkan bahwa surimi dengan penambahan asam tanat 0,05% mendapat nilai kekuatan gel terbaik yaitu $552,50 \pm 0,48$ g.cm, lalu sukrosa 4% yaitu $484,12 \pm 0,48$ g.cm, sorbitol 4% yaitu $451,92 \pm 0,39$ g.cm dan kontrol yaitu $398,31 \pm 0,36$ g.cm. Selama proses penyimpanan suhu -5°C penambahan sukrosa 4% didapatkan nilai terbaik dan menurun pada penyimpanan 21 hari yaitu $323,22 \pm 0,21$ g.cm. Penurunan nilai kadar air terbesar pada penambahan sukrosa 4%, kenaikan nilai pH tertinggi pada kontrol, penerimaan hedonik terbaik pada penambahan sorbitol 4% dan hasil uji lipat dan uji gigit terbaik pada penambahan sukrosa 4%.

Kata Kunci: Surimi, Asam tanat, Sukrosa, Sorbitol dan Kekuatan Gel

Abstract

The surimi is minced meat which has undergone a leaching process, pressing and freezing. Surimi with different leaching treatment, temperature setting of cooking and storage temperature will produce different quality. The addition of additives can improve gel strength. The purpose of this study was to determine the potential of tannic acid, sucrose and sorbitol on the gel strength, moisture content, pH, hedonic, folding test and teeth cutting test. The material used was bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) from Batang, Central Java. Fish was processed into surimi with the addition of 0.05% tannic acid, 4% sucrose and 4% sorbitol with storage temperature of -5°C for 21 days. Experimental design use was Block Randomised Design-Split Plot In Time. The data were analyzed using analysis of varians (ANOVA) continued with Honestly Significant Difference (HSD).

The result showed that surimi with addition of 0.05% tannic acid gave the best gel strength of 552.50 ± 0.48 g.cm, treatment 4% sucrose was 484.12 ± 0.48 g.cm, treatment 4% sorbitol was 451.92 ± 0.39 g.cm and the control was 398.31 ± 0.36 g.cm. During the storage at -5°C, treatment 4% sucrose showed the best value and decreased after 21 days storage to 323.22 ± 0.21 g.cm. The highest decrease in water content occurred in addition of 4% sucrose, the highest increase in pH value, occurred in control

*)Penulis penanggung jawab

and the best hedonic test showed by treatment of 4% sorbitol and the best for folding test and teeth cutting test occurred in the addition of 4% sucrose.

Keywords: Surimi, Tannic Acid, Sucrose, Sorbitol and Gel Strength

Pendahuluan

Surimi adalah lumatan daging yang telah mengalami proses pencucian, pengepressan dan pembekuan. Okada (1992), menjelaskan bahwa surimi adalah daging lumat yang telah mengalami proses pencucian dan pembekuan. Kekuatan gel dan konsentrasi protein *myofibril* merupakan parameter utama dalam mengetahui kualitas surimi baik atau tidak. Jin *et al.* (2007), menyebutkan faktor utama penentu kualitas surimi adalah kekuatan gel. Berdasarkan jenisnya surimi dibagi menjadi dua tipe yaitu *muen* surimi dan *kaen* surimi. Suzuki (1981), menjelaskan bahwa surimi dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu *muen* surimi dan *kaen* surimi. Dimana untuk *muen* adalah surimi tanpa garam sedangkan untuk *kaen* adalah surimi dengan garam.

Masalah yang sering terjadi adalah nilai kekuatan gel pada surimi menurun seiring dengan adanya lama waktu penyimpanan dan suhu penyimpanan. Menurunnya nilai kekuatan gel mengindikasikan menurunnya mutu surimi dan penerimaan konsumen menjadi menurun. Uju (2006), menyatakan penyimpanan surimi selama 4 minggu pada suhu -5°C diketahui nilai kekuatan gel nya lebih rendah dibanding dengan penyimpanan pada suhu -18°C . Hal ini menunjukkan bahwa suhu mempengaruhi dari kualitas surimi. Surimi dalam penyimpanan suhu -18°C kadar protein *myofibril* masih dapat dijaga dari kondisi terdegradasi, dibandingkan dengan suhu -5°C dimana protein *myofibril* berkurang sebesar 19,12%.

Belum diketahui apakah penambahan bahan tambahan makanan pada surimi yang disimpan pada suhu -5°C dapat meningkatkan nilai kekuatan gel dan mempertahankan nilai kekuatan gel selama penyimpanan.

Penelitian menggunakan bahan tambahan makanan yaitu asam tanat, sukrosa dan sorbitol yang diketahui sifatnya dapat mengikat air, protein, memperbaiki tekstur, pengawet dan perasa manis sehingga diduga dapat meningkatkan nilai kekuatan gel pada surimi. Menurut Nopianti *et al.* (2011), kekuatan gel dapat ditingkatkan dengan gula berkalori rendah, penambahan *cryoprotectant*, pemberian bahan tambahan makanan dan metode pencucian. Agustini *et al.* (2008), menerangkan dalam penelitiannya bahwa sukrosa dan sorbitol merupakan bahan tambahan makanan yang dapat meningkatkan nilai kekuatan gel dengan konsentrasi 4% dan 4%. Besar kecilnya peningkatan nilai kekuatan gel tergantung dari reaksi dari bahan tambahan makanan itu sendiri, semakin baik reaksinya semakin baik peningkatan nilai kekuatan gelnya.

Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh penambahan asam tanat, sukrosa dan sorbitol terhadap nilai kekuatan gel, hedonik, uji lipat dan uji gigit surimi ikan swangi selama penyimpanan 21 hari pada suhu -5°C ; dan
2. Mengetahui konsentrasi terbaik penambahan bahan tambahan makanan dalam meningkatkan nilai kekuatan gel pada surimi.

Materi dan Metode

Materi

Bahan yang digunakan adalah ikan swangi (*Priacanthus tayenus*) dengan rata-rata berat ikan 470 g/ekor yang diambil dari TPI Batang, Jawa Tengah. Bahan lain yang digunakan adalah asam tanat, sukrosa dan sorbitol yang diperoleh dari CV. Chemix Yogyakarta, Jawa Tengah.

Metode

Metode penelitian yang dilakukan menggunakan metode *eksperimental laboratoris*. Penelitian pendahuluan dimulai dengan pembuatan surimi dengan ditambahkan asam tanat 0,04%; 0,05%; 0,06%, sorbitol dan sukrosa 3%, 4%, 5% menggunakan *Food processor* dan diuji kadar protein, kadar air dan kekuatan gel untuk mengetahui konsentrasi terbaik dari bahan penambahan bahan tambahan. Penelitian utama masing-masing konsentrasi terbaik ditambahkan pada surimi dan disimpan selama 21 hari suhu -5°C . Pengujian yang dilakukan adalah kekuatan gel, kadar air, pH, hedonik, uji lipat dan uji gigit tiap 7 hari selama 21 hari.

a. Kadar protein (BSN, 2006^b)

Timbang seksama 2 g homogenat sampel pada kertas timbang, lipat-lipat dan masukan ke dalam labu destruksi. Tambahkan 2 buah tablet katalis serta beberapa butir batu didih. Tambahkan 15 ml H₂SO₄ pekat (95%-97%) dan 3 ml H₂O₂ secara perlahan-lahan dan diamkan 10 menit dalam ruang asam. Destruksi pada suhu 410°C selama ± 2 jam atau sampai larutan jernih, diamkan hingga mencapai suhu kamar dan tambahkan 50 - 75 ml *aquades*. Siapkan erlenmeyer berisi 25 ml larutan H₃BO₃ 4%. Pasang labu yang berisi hasil destruksi pada rangkaian alat destilasi uap. Tambahkan 50-75 ml larutan natrium hidroksida-thiosulfat. Lakukan destilasi dan tampung destilat dalam erlenmeyer tersebut hingga volume mencapai minimal 150 ml. Titrasi hasil destilat dengan HCl 0,2 N sampai warna berubah dari hijau menjadi abu-abu netral.

$$\text{Kadar protein (\%)} = \frac{(Va - Vb) \times HCl \times NHCl \times 4,007 \times 6,25 \times 100\%}{W \times 100}$$

Perhitungan kadar protein digunakan untuk mengetahui jumlah kadar protein pada surimi ikan swangi, selain itu digunakan untuk menentukan jumlah konsentrasi fenolik teroksidasi yang dibutuhkan. Jumlah kadar fenolik asam tanat yaitu 0,05% yang dibutuhkan dihitung dari presentase *crut* protein.

b. Larutan fenolik teroksidasi (Balange&Benjakul, 2009)

Larutan asam tanat (100 ml; 1% berat/ volume) disesuaikan menjadi pH 8 dengan menggunakan 6 M NaOH atau 6 M HCl. Larutan yang telah disiapkan diletakkan dalam *waterbath* dengan suhu 40°C dan dioksidasi selama 1 jam dengan membentuk gelombang oksigen pada larutan untuk mengubah komponen *fenol* menjadi *quinone*. Setelah dioksidasi selama 1 jam, pH larutan disesuaikan menjadi 7 dengan menggunakan 6 M HCl dan dianggap sebagai komponen fenolik yang teroksidasi.

c. Pencampuran bahan tambahan ke dalam surimi (Balange&Benjakul, 2009)

Sebelumnya surimi beku *dithawing* pada air mengalir 26 – 28°C hingga suhu surimi menjadi 0 – 2°C. Surimi dipotong kecil-kecil dengan ketebalan 1 cm. Surimi tersebut ditempatkan dalam *Food Processor*. Kadar air dikonsentrasikan mendekati 80% dan ditambah 2,5% garam. Fenolik teroksidasi (asam tanat), sorbitol dan sukrosa dimasukkan kedalamnya. Campuran tersebut digiling selama 4 menit sampai homogen. Campuran tersebut kemudian dimasukkan dalam selongsong *stainless steel* berdiameter 3 cm, panjang 5 cm dan ditutup pada kedua sisinya. Campuran tersebut *disetting* suhu pemasakan pada suhu 40°C selama 30 menit, kemudian langsung pada suhu 90°C selama 20 menit.

d. Pengujian kekuatan gel (g.cm) (Balange&Benjakul, 2009)

Pengujian kekuatan gel (g.cm) surimi menggunakan alat *texture analyser* model TA-XT2. Kamaboko diseimbangkan dan ditempatkan secara presisi pada wadah lempeng *stainless steel* bertepatan tepat dibawah *probe*. Pengujian pada suhu ruangan. Bentuk pencilup (*probe*) berbentuk bulat (diameter 5 mm, dengan kecepatan 60 mm/menit tempo elastisitas).

$$\text{Kekuatan gel} = \text{Hardness (g)} \times \text{Deformation (cm)}$$

e. Kadar Air

(Instruction Manual Moisture Analyzer)

Sampel sebanyak 5 gram yang sudah dicacah halus dimasukkan dalam pan bersih. Sebelumnya pan *ditare* terlebih dahulu. Alat *moisture analyzer* di siapkan dan ditutup penutupnya, tekan tombol *star* untuk memulai pengujian. Temperatur pengeringan yang digunakan adalah 105°C. Alat akan otomatis berhenti jika selama 60 detik tidak terjadi kehilangan berat dari 1 mg. Nilai kadar air adalah nilai yang tertera pada alat.

f. pH (Chairita, 2008)

pH meter sebelum digunakan dikalibrasi terlebih dahulu, dengan cara mencelupkan batang *probe* pada *buffer* pH 4 lalu dicelupkan kembali pada *buffer* pH 7. Preparasi sampel dilakukan dengan cara menimbang 5 g sampel kemudian dilumatkan hingga halus. Sampel kemudian dihomogenkan dalam 45 ml aquades menggunakan alat *stomacher*. Setelah dihomogenkan sampel ditempatkan pada gelas beaker, kemudian diukur pH-nya dengan pH meter dengan cara mencelupkan *probe* pada sampel. Tunggu hingga tanda reaksi alat tidak berkedip. Nilai pH yaitu angka yang ada pada alat.

g. Pengujian hedonik (Soekarto, 1985)

Pengujian hedonik merupakan cara pengujian kesukaan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap semua produk yang dibuat.

Metode pengujian yang dipakai dalam standar uji ini adalah uji skoring (*scoring test*), dengan menggunakan angka 1 (satu) sebagai nilai terendah dan angka 9 (sembilan) untuk nilai tertinggi. Nilai minimal yang harus dipenuhi adalah 7 (tujuh).

h. Uji lipat dan uji gigit (BSN, 2009)

Uji lipat diawali dengan mengukur sampel dengan ketebalannya 4 - 5 mm. Pengujian dilakukan dengan cara melipat sampel menjadi setengah lingkaran, seperempat dan seterusnya hingga batas robek. Kriteria nilai nya:

5 : Tidak retak bila dilipat dua kali “5”

4 : Tidak retak bila dilipat satu kali “4”

3 : Sedikit retak bila dilipat satu kali “3”

2 : Retak bila dilipat satu kali “2”

1 : Hancur bila ditekan jari "1"

Uji gigit diawali dengan memotong sampel 1-2 cm. Pengujian dilakukan dengan cara menggigit sampel dengan gigi seri atas dan gigi seri bawah. Kriteria nilainya:

10 : amat sangat kuat 5 : agak suka

9 : sangat kuat 4 : lunak

8 : kuat kekenyalannya 3 : sangat lunak

7 : agak kuat kekenyalannya 2 : agak hancur

6 : masih dapat diterima 1 : hancur

Hasil dan Pembahasan

Organoleptik Ikan Swangi

Tabel 1. Organoleptik Ikan Swangi Segar

Spesifikasi	Rata-rata
Mata	8,40±0,50
Insang	8,53±0,51
Lendir	8,43±0,50
Daging	8,47±0,57
Bau	8,40±0,50

Keterangan: Nilai tersebut merupakan rata-rata tiga kali ulangan \pm standar deviasi

Hasil uji organoleptik ikan swangi (*Priacanthus tayenus*) segar sebagai bahan baku didapatkan nilai rata-rata dan standar deviasi sebesar $8,45 \pm 0,20$ dengan selang kepercayaan sebesar $8,38 \leq \mu \leq 8,52$, sehingga layak untuk dikonsumsi. Murniyati dan Sunarman (2000), menyatakan ambang batas minimal ikan segar adalah 7 (tujuh), sehingga produk tersebut dinyatakan layak untuk dikonsumsi.

Kadar protein

Hasil penelitian pengujian kadar protein pada ikan swangi sebesar $16,44 \pm 0,56\%$. Semakin tinggi kadar protein semakin tinggi pula daya ikat antar protein dalam membentuk kekuatan gel. Suzuki (1981), menyatakan komposisi protein dalam daging ikan sebesar 15-24%.

Tingginya kadar protein ini dikarenakan masih segarnya ikan yang diperoleh. Selain itu penanganan yang baik pada saat preparasi sampel dan penerapan rantai dingin saat transportasi. Hal ini menekan timbulnya denaturasi protein sehingga kelarutan protein masih baik. Winarno (2004), menjelaskan protein yang terdenaturasi mengakibatkan pecahnya ikatan *hydrogen*, interaksi *hydrofobik*, ikatan garam dan terbukanya lipatan molekul. Selain itu faktor lain adalah proses pencucian atau *leaching*.

Pengujian Kekuatan Gel Surimi Selama Penyimpanan 21 Hari

Kekuatan gel diperoleh dengan adanya protein *myofibril* yang saling berikatan membentuk ikatan serabut jala yang kuat. Dimana kadar protein *myosin* dan *actin* sangat penting ada pada surimi. Niwa (1992); Uju (2006) dan Thalib (2009), menyatakan bahwa kadar protein yang ada pada daging lumat memberikan kontribusi pada pembentukan gel dan elastisitas produk, diantaranya adalah protein *myofibril*.

Selama pelumatan dan penggilingan surimi akan membentuk rantai silang gel yang disebut *suwari*. *Suwari* akan terbentuk pada suhu berkisar 20°C – 50°C, jika suhu pemanasan terus dinaikkan sampai suhu 60°C, dimana suhu tersebut *protease* yang terdapat pada daging ikan aktif mendegradasi *aktomyosin* yang menyebabkan lemahnya gel yang dihasilkan (Suzuki, 1981).

Hasil penelitian menunjukkan pada hari ke-0 penyimpanan suhu -5°C tingginya nilai asam tanat yaitu $552,50 \pm 0,48$ g.cm dikarenakan asam tanat memiliki molekul yang besar sehingga mampu mengikat protein dan air dengan kuat yaitu berkisar 1701.22 g/mol dengan rumus molekul $C_{76}H_{52}O_{46}$ (www.sciencelab.com, 15 November 2012). Menurut Balange & Benjakul (2009) dan Sasongko *et al.* (2010), menyatakan bahwa konsentrasi asam tanat 0,05% merupakan konsentrasi terbaik untuk meningkatkan kekuatan gel ikan swangi.

Tabel 2. Nilai Kekuatan Gel Surimi Selama Penyimpanan 21 Hari Suhu -5°C

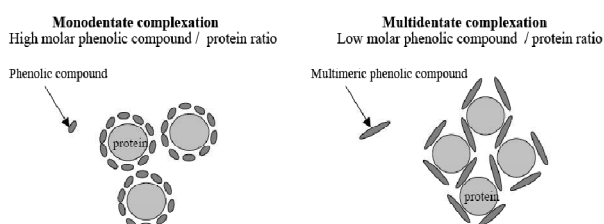
Treatment	Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
Kontrol	398,31±0,36a(P)	310,87±0,15b(P)	195,38±0,21c(P)	118,21±0,15d(P)
Tanat 0,05%	552,50±0,48a(Q)	449,38±0,54b(Q)	359,15±0,30c(Q)	290,24±0,21d(Q)
Sukrosa 4%	484,12±0,48a(R)	413,08±0,16b(R)	361,59±0,36c(R)	323,22±0,21d(R)
Sorbitol 4%	451,92±0,39a(S)	377,29±0,29b(S)	311,22±0,37c(S)	261,54±0,13d(S)

Keterangan:

- Data yang diikuti tanda huruf kecil yang berbeda dengan garis bawah pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P>0,01$)
- Data yang diikuti tanda huruf besar yang berbeda dengan garis bawah pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P>0,01$)

Selisih nilai perlakuan penambahan asam tanat, sorbitol, sukrosa dan kontrol berbeda sangat nyata pada penyimpanan hari ke-0 pada suhu -5°C (Tabel 2).

Konsentrasi asam tanat yang tergolong sangat kecil untuk meningkatkan kekuatan gel yaitu 0,05% terkait dengan interaksi secara *monodantate* dan *multidantate*. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan akan menyebabkan susahnya interaksi tanat untuk mengikat protein. Balange & Benjakul (2009), menyatakan bahwa asam tanat memiliki jumlah grup hidroksil terbaik yang dilekatkan pada cincin aromatis benzene jika dibandingkan dengan yang lain. Meskipun begitu, kelarutan yang rendah pada komponen fenolik dengan konsentrasi yang besar menyebabkan sulitnya berinteraksi dengan protein (Gambar 1). Semakin tinggi jumlah asam tanat yang diberikan pada surimi, maka asam tanat akan menutup secara penuh terhadap molekul protein sehingga protein sulit berinteraksi antar molekul protein.



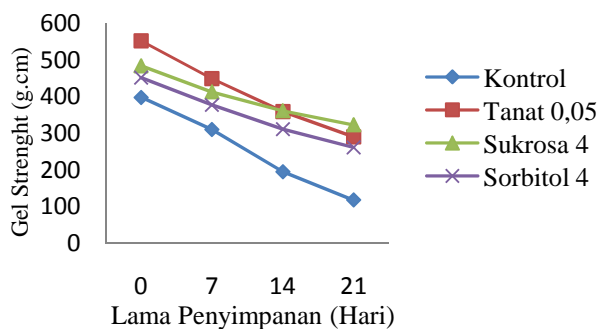
Gambar 1. Mekanisme *Monodantate* dan *Multidantate* (Balange, 2009).

Sukrosa dan sorbitol merupakan turunan dari glukosa dimana memiliki sifat dapat mengikat air, protein, memperbaiki tekstur dan sebagai pengawet. Hasil penelitian mendapatkan nilai kekuatan gel penambahan sukrosa dan sorbitol sebesar $484,12 \pm 0,48$ g.cm dan $451,92 \pm 0,39$ g.cm. tingginya nilai ini dikarenakan sukrosa dan sorbitol memiliki molekul yang besar pula yaitu 342,30 g/mol dan 182,17 g/mol (wikipedia.com, 2012). Zhang *et al.* (2008), mengemukakan sukrosa dan sorbitol memiliki sifat dapat mengikat air dan menambah kekenyalan gel pada pasta ikan. Menurut Purnawati (2006), menyatakan sukrosa dan sorbitol mempengaruhi tingkat kekerasan (*hardness*) pada surimi. Alvarez *et al.* (1996) dan Permana (2010), menyatakan bahwa bahan tambahan yang sering digunakan pada surimi guna meningkatkan nilai kekuatan gel dan sebagai perasa adalah sukrosa 4% dan sorbitol 4%.

Hasil penyimpanan hari ke-7 dan hari ke-14 mengalami penurunan nilai kekuatan gel dari masing-masing penambahan bahan tambahan makanan. yaitu pada kontrol $310,87 \pm 0,15$ - $195,38 \pm 0,21$ g.cm, asam tanat 0,05% nilainya $449,38 \pm 0,54$ - $359,15 \pm 0,30$ g.cm, Sukrosa 4% nilainya $413,08 \pm 0,16$ - $361,59 \pm 0,36$ g.cm, dan pada sorbitol 4% nilainya $377,29 \pm 0,29$ - $311,22 \pm 0,37$ g.cm. Besarnya penurunan ini akibat dari denaturasi protein akibat kelarutan protein *myofibril* yang semakin kecil. Sehingga kadar protein semakin menurun. Selain itu faktor suhu penyimpanan -5°C mempercepat denaturasi protein. Uju (2006), menyatakan bahwa penurunan nilai kekuatan gel diduga karena berkurangnya kelarutan protein *myofibril* yang besar pada penyimpanan suhu -5°C . Dalam penelitiannya nilai kekuatan gel yang dihasilkan selama penyimpanan suhu -5°C menurun dari penyimpanan awal $381,88$ - $126,25$ g.cm. zahiruddin *et al.* (2008), menyatakan bahwa surimi dengan perlakuan penyimpanan suhu -18°C memiliki nilai kekuatan gel lebih besar dari pada penyimpanan suhu $< -10^{\circ}\text{C}$, hal ini dikarenakan protein masih tetap terdegradasi secara terus menerus bila suhu pusat surimi $< -18^{\circ}\text{C}$.

Denaturasi protein dipercepat dengan peningkatan pH, proses pencucian dan peningkatan suhu. Suzuki (1981) dan Matsumoto *et al.* (1985), menjelaskan beberapa faktor yang mempengaruhi cepatnya denaturasi protein adalah pH, ikan berada pada tempat terbuka dan meningkatnya suhu badan ikan karena perlawanan ikan saat ditangkap. Park (2005), menyatakan denaturasi protein pada ikan yang terjadi saat akan mati dapat mempengaruhi kandungan dan jumlah protein dari surimi ikan tersebut.

Selisih nilai perlakuan penyimpanan hari ke-7 dan hari ke-14 pada setiap masing-masing penambahan asam tanat 0,05%, sukrosa 4% dan sorbitol 4% adalah berbeda sangat nyata (Tabel 2).



Gambar 2. Grafik Kekuatan Gel Surimi Selama Penyimpanan 21 Hari Suhu -5°C

Penyimpanan hari ke-21 mengalami penurunan, Penurunan kekuatan gel terbesar ada pada kontrol yaitu $398,31 \pm 0,36$ - $118,21 \pm 0,15$ g.cm, lalu sorbitol 4% yaitu $451,92 \pm 0,39$ - $261,54 \pm 0,13$ g.cm, asam tanat 0,05% yaitu $552,50 \pm 0,48$ - $290,24 \pm 0,21$ g.cm, yang terakhir sukrosa 4% yaitu $484,12 \pm 0,48$ - $323,22 \pm 0,21$ g.cm.

Pada hari ke-21 nilai kekuatan gel penambahan asam tanat 0,05% berada di bawah dari nilai kekuatan gel penambahan sukrosa 4%. Hal ini mengindikasikan bahwa kelarutan protein *myofibril* pada asam tanat lebih kecil dibanding penambahan sukrosa. Dilihat dari sifat dan karakteristik bahan tambahan makanan diduga adanya sifat sukrosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) dan sorbitol ($\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$) yang mampu berinteraksi dengan protein, mengikat air, memperbaiki tekstur dan sebagai pengawet

sehingga dapat menjaga protein *myofibril* Ca-ATPase agar tidak terdenaturasi dengan cepat. sehingga protein masih terjaga dalam surimi dalam pembentukan elastisitas gel. Ooizumi *et al.* (1984), menyatakan bahwa sukrosa dan sorbitol dapat menjaga protein *myofibril* dalam pelepasan Ca-ATPase sebesar $0,70 \text{ M}^{-1}$ sehingga protein tersebut tidak terdenaturasi dengan cepat. Zhang *et al.* (2008), menyatakan sukrosa dan sorbitol memiliki sifat mengikat air dan menambah kekenyalan gel pada pasta ikan. Nopianti *et al.* (2011), menyatakan kekuatan gel dapat ditingkatkan dengan gula berkalori rendah, penambahan *cryoprotectant*, pemberian bahan tambahan pangan dan metode pencucian. Purnawati (2006), menyatakan sukrosa mampu meningkatkan kekuatan gel ikan swangi.

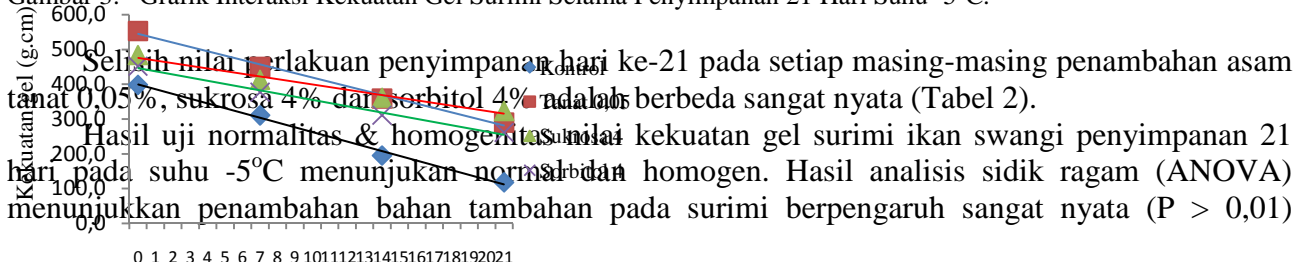
Sukrosa dan sorbitol selama penyimpanan beku dapat mengikat air lebih kuat, sehingga elastisitas gel masih terjaga nilainya. Soesilo *et al.* (2005), menyatakan bahwa sifat sorbitol sama dengan sukrosa dalam bereaksi dengan protein disamping itu sorbitol dan sukrosa merupakan *cryoprotectant* pada bahan makanan. Selain faktor diatas dipengaruhi pula oleh jumlah kadar air, dimana semakin tinggi kadar air semakin rendah nilai kekuatan gel.

(Gambar 4) menunjukkan selama penelitian pada hari ke-21 kadar air penambahan asam tanat 0,05% masih tinggi yaitu $80,94 \pm 0,08\%$ dibanding dengan penambahan bahan tambahan makanan lainnya yaitu dibawah $80,27 \pm 0,08\%$. Hal ini menjadikan matrik sol *aktomyosin* tidak seragam dalam mengikat air, maka dari itu nilai kekuatan gel menjadi menurun. Besarnya penurunan nilai kekuatan gel tergantung seberapa besar bahan tambahan makanan tersebut dalam mengikat air dan protein. Uju (2006), mengemukakan semakin tinggi kadar air, maka nilai kekuatan gel akan berkurang seiring dengan adanya penyimpanan beku.

Hasil penelitian selama penyimpanan suhu -5°C tanpa penambahan bahan tambahan makanan mendapatkan hasil yang berbeda dibanding dengan penyimpanan suhu -18°C berdasarkan referensi yaitu berkisar $398,31 \pm 0,36 - 118,21 \pm 0,15 \text{ g.cm}$ dan pada penyimpanan suhu -18°C BPPMHP (2001), menyatakan bahwa kekuatan gel dengan nilai 601 – 800 g.cm termasuk tinggi, nilai kekuatan gel 401 – 600 g.cm termasuk sedang dan nilai kekuatan gel $< 400 \text{ g.cm}$ termasuk rendah. Hasil penelitian selama penyimpanan 21 hari pada suhu -5°C penambahan asam tanat 0,05% berkisar $552,50 \pm 0,48 - 398,51 \pm 0,30 \text{ g.cm}$. penambahan bahan tambahan makanan ini menaikkan nilai kekuatan gel walaupun demikian hasilnya masih jauh di bawah dari surimi yang disimpan pada suhu -18°C .

Kemampuan protein *myofibril* dalam berikatan membentuk jala untuk membentuk gel akan berkurang seiring adanya perlakuan selama pengolahan dan penyimpanan, hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya protein yang terlarut dalam air akibat pengolahan dan lama penyimpanan (suzuki, 1981; Xiong dan Brekke, 1989). Lin dan Park (1996), menyatakan bahwa terbentuknya degradasi *myosin* dan *aktin* sebagai penyusun protein *myofibril* masih tetap terjadi walaupun suhu penyimpanan pada 0°C . Nilai degradasi *myosin* semakin besar dengan semakin tingginya suhu dan lama penyimpanan. Pada suhu 20°C selama 2 jam, *myosin* mengalami degradasi sebesar 31,6%, sedang pada suhu 0°C setara dengan penyimpanan 24 jam.

Gambar 3. Grafik Interaksi Kekuatan Gel Surimi Selama Penyimpanan 21 Hari Suhu -5°C .



*)Penulis penanggung jawab
E-mail: penulis@penanggungjawab.com

terhadap kekuatan gel selama penyimpanan 21 hari suhu -5°C . Hal ini terlihat dari F_{hitung} sebesar 1118184,7 > F_{tabel} sebesar 7,59. Sehingga terima H_1 , berarti paling sedikit terdapat sepasang perlakuan penambahan asam tanat 0,05%, sukrosa 4% dan sorbitol 4% berbeda nyata dan sangat nyata. Interaksi dilihat dari F_{hitung} sebesar 18889,60 > F_{tabel} sebesar 3,26. Sehingga ada interaksi dengan perlakuan penambahan bahan tambahan selama penyimpanan. Pengujian dilanjutkan dengan uji beda nyata (BNJ). Hasil diperoleh pengaruh lama penyimpanan pada masing-masing bahan tambahan menunjukkan perbedaan yang sangat nyata.

Berdasarkan teori dari Hanafiah (1995), bahwa interaksi dibagi menjadi 5 tipe interaksi, diantaranya adalah jenis interaksi tanpa interaksi secara alami, jenis interaksi positif (tipe 1&2), jenis interaksi positif (tipe 3), jenis interaksi negatif (tipe 1&2) dan jenis interaksi negatif (tipe 3).

Berikut hasil interaksi yang didapat dalam penelitian nilai kekuatan gel selama penyimpanan 21 hari suhu -5°C .

Tabel 3. Jenis Interaksi Nilai Kekuatan Gel

No	Perlakuan	Keterangan
1	Kontrol dengan asam tanat 0,05%	Interaksi negatif (tipe 3)
2	Kontrol dengan sukrosa 4%	Interaksi negatif (tipe 1&2)
3	Kontrol dengan sorbitol 4%	Tanpa interaksi
4	Asam tanat 0,05% dengan sukrosa 4%	Interaksi positif (tipe 3)
5	Asam tanat 0,05% dengan sorbitol 4%	Interaksi positif (tipe 3)
6	Sukrosa 4% dengan sorbitol 4%	Interaksi positif (tipe 3)

Pengujian Kadar Air Surimi Selama Penyimpanan 21 Hari

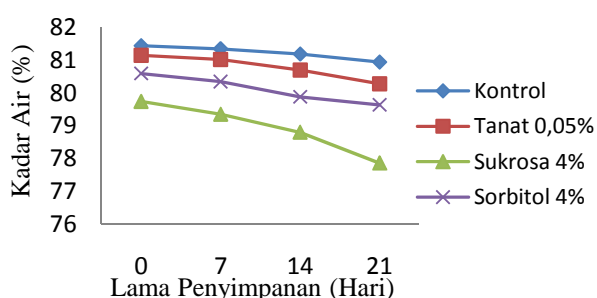
Hasil pengujian kadar air selama penyimpanan 21 hari pada suhu -5°C adalah:

Tabel 4. Nilai Kadar Air Surimi Selama Penyimpanan 21 Hari Suhu -5°C

Treatment	Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
Kontrol	81,44±0,03a(P)	81,35±0,04a(P)	81,19±0,21a(P)	80,94±0,08b(P)
Tanat 0,05%	81,15±0,07a(Q)	81,02±0,14a(Q)	80,70±0,09b(Q)	80,27±0,26c(Q)
Sukrosa 4%	79,74±0,04a(R)	79,35±0,07b(R)	78,80±0,08c(R)	77,86±0,08d(R)
Sorbitol 4%	80,59±0,07a(S)	80,35±0,08b(S)	79,88±0,05c(S)	79,64±0,20d(S)

Keterangan:

- Data yang diikuti tanda huruf kecil yang berbeda dengan garis bawah pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P>0,01$)
- Data yang diikuti tanda huruf kecil yang sama tanpa garis bawah pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P<0,05$)
- Data yang diikuti tanda huruf besar yang berbeda dengan garis bawah pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat



Gambar 4. Grafik Kadar Air Surimi Selama Penyimpanan 21 hari suhu -5°C

Hasil pengujian kadar air selama penyimpanan 21 hari dengan suhu -5°C mengalami penurunan pada masing-masing bahan tambahan. Penurunan paling besar terdapat pada sukrosa 4% (79,74%-77,86%); diikuti sorbitol 4% (80,59%-79,64%); pada asam tanat 0,05% (81,15%-80,27%); dan kontrol (81,44%-80,94%). Penurunan kadar air ini diduga terjadinya *drip loss* karena pembekuan lambat -5°C . Suzuki (1981), proses *thawing* dapat menurunkan kadar air pada bahan makanan secara signifikan. penurunan kadar air dapat pula terjadi karena proses dehidrasi yang terjadi selama penyimpanan beku akibat dari perpindahan uap air dari permukaan produk. Penelitian Herawati dan Budiyo (2003), bahwa penurunan kadar air pada penyimpanan beku turun secara berangsur-angsur pada surimi ikan swangi sebesar 74,96% - 66,60% selama 12 minggu

dikarenakan adanya proses dehidrasi. Dehidrasi terjadi karena adanya perbedaan tekanan parsial antara produk yang dibekukan dengan lingkungannya. Tekanan parsial produk lebih besar dari pada lingkungannya, sehingga uap air dalam produk akan tertarik ke luar. Kamal *et al.* (2005), proses dehidrasi yang terjadi selama pembekuan dan penyimpanan beku disebabkan oleh adanya perpindahan uap air dari permukaan produk. selain hal itu adanya denaturasi protein pada produk beku akan mengakibatkan kehilangan cairan dari produk akan menjadi lebih besar.

Penelitian Astawan *et al.* (1996), menunjukkan bahwa selama penyimpanan beku terjadi penurunan kadar air hingga 77,36%. Penurunan ini dikarenakan adanya proses dehidrasi. Namun demikian pada konsentrasi kadar air tersebut nilai kekuatan gel lebih tinggi dibanding dengan surimi dengan kadar air 78,88% dan 78,36%.

Pengujian pH penyimpanan 21 hari

Hasil pengujian pH selama penyimpanan

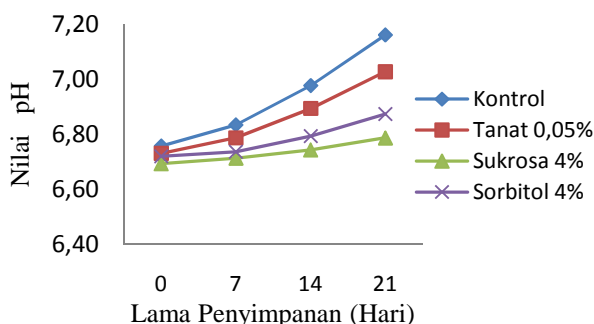
21 hari pada suhu -5°C adalah:

Tabel 5. Nilai pH Surimi Selama Penyimpanan 21 Hari Suhu -5°C

Treatment	Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
Kontrol	6,76±0,01a(P)	6,83±0,01b(P)	6,98±0,01c(P)	7,16±0,01d(P)
Tanat 0,05%	6,73±0,01a(P)	6,79±0,01b(Q)	6,89±0,01c(Q)	7,03±0,02d(Q)
Sukrosa 4%	6,69±0,01a(P)	6,71±0,02b(R)	6,74±0,01c(R)	6,79±0,01d(R)
Sorbitol 4%	6,72±0,01a(Q)	6,74±0,01b(S)	6,79±0,01c(S)	6,87±0,01d(S)

Keterangan:

- Data yang diikuti tanda huruf kecil yang berbeda dengan garis bawah pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P>0,01$)
- Data yang diikuti tanda huruf besar yang berbeda dengan garis bawah pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P>0,01$)
- Data yang diikuti tanda huruf besar yang sama tanpa garis bawah pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P<0,05$)



Gambar 5. Grafik pH Surimi Selama Penyimpanan 21 hari suhu -5°C.

Perubahan nilai pH dapat mempengaruhi nilai kekuatan gel, dan viskositas. Menurut Astawan *et al.* (1996), pengukuran nilai pH sangat penting dilakukan karena pH dapat mempengaruhi stabilitas viskositas, kekuatan gel dan pengaplikasian dalam produk.

Hasil penelitian terlihat dalam grafik nilai pH selama penyimpanan 21 hari baik pada hari ke-0, hari ke-7, hari ke-14 dan hari ke-21 berangsur-angsur naik pada semua penambahan bahan tambahan makanan, kenaikan tertinggi terjadi pada kontrol (6,76% - 7,16%), diikuti tanat 0,05% (6,73% - 7,03%), sorbitol 4% (6,72% - 6,87%) dan Sukrosa 4% (6,69% - 6,79%). Range kenaikan pH antara 6 - 7 hal ini tergolong normal, dikarenakan Suzuki (1981); Tanaka (1981) dan Park (2005), menyatakan bahwa kondisi pH surimi 6 - 7 merupakan kondisi normal untuk menghasilkan nilai kekuatan gel yang baik. Bila pH > 8 nilai kekuatan gel cenderung lemah dan tidak homogen, begitu pula bila pH < 6 protein *myofibril* tidak stabil karena terjadi pelepasan enzim ATPase sehingga menurunkan nilai kekuatan gel.

Perbedaan kenaikan pH pada masing-masing bahan tambahan seperti asam tanat, sorbitol dan sukrosa diduga adanya perbedaan sifat dari bahan tambahan tersebut. Sorbitol dan sukrosa termasuk dalam *cryoprotectant* yang mampu menjaga protein dan mineral. Agustini *et al.* (2008), penambahan *cryoprotectant* (sukrosa dan sorbitol) pada surimi dapat menjaga nilai pH agar tetap dalam keadaan normal yaitu 6 - 7 selama penyimpanan beku.

Pengujian hedonik penyimpanan 21 hari

Berdasarkan hasil penelitian penerimaan uji hedonik surimi ikan swangi selama penyimpanan 21 hari pada suhu -5°C terbaik pada penambahan sorbitol 4% yaitu dengan nilai kenampakan $8,47 \pm 0,90$ - $7,67 \pm 0,96$, nilai tekstur $7,13 \pm 0,51$ - $7,00 \pm 0,00$, nilai aroma $7,07 \pm 0,37$ - $6,90 \pm 0,31$ dan nilai rasa $8,60 \pm 0,81$ - $7,87 \pm 1,01$. Penurunan nilai hedonik selama penyimpanan diduga diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya penurunan jumlah kadar air. Menurut Chamidah (2000), menjelaskan bahwa penurunan nilai kenampakan selama penyimpanan, diduga karena kandungan air produk selama penyimpanan juga mengalami banyak penurunan.

Uji lipat

Tabel 11. Nilai Uji Lipat Surimi Selama Penyimpanan 21 Hari Suhu -5°C

Treatmen	Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
Kontrol	$3,00 \pm 0,00$ <u>a</u> (P)	$2,76 \pm 0,43$ <u>b</u> (P)	$2,56 \pm 0,50$ <u>c</u> (P)	$2,36 \pm 0,49$ <u>d</u> (P)
Tanat 0,05%	$4,10 \pm 0,30$ <u>a</u> (Q)	$4,00 \pm 0,00$ <u>b</u> (Q)	$3,86 \pm 0,34$ <u>c</u> (Q)	$3,66 \pm 0,47$ <u>d</u> (Q)
Sukrosa 4%	$4,10 \pm 0,30$ <u>a</u> (R)	$4,03 \pm 0,18$ <u>b</u> (R)	$3,93 \pm 0,36$ <u>c</u> (R)	$3,80 \pm 0,48$ <u>d</u> (R)
Sorbitol 4%	$4,03 \pm 0,18$ <u>a</u> (S)	$3,93 \pm 0,25$ <u>b</u> (S)	$3,80 \pm 0,40$ <u>c</u> (S)	$3,70 \pm 0,46$ <u>d</u> (S)

Keterangan:

- Data yang diikuti tanda huruf kecil yang berbeda dengan garis bawah pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P > 0,01$)
- Data yang diikuti tanda huruf besar yang berbeda dengan garis bawah pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P > 0,01$)

Berdasarkan tabel di atas penurunan nilai uji lipat paling tinggi ada pada kontrol, uji lipat terkait dengan elastisitas kamaboko dimana selama penyimpanan beku terjadi penurunan elastisitas gel akibat denaturasi protein. Hal ini sama pada penelitian Uju (2006), mengatakan selama proses penyimpanan beku selama 4 minggu terjadi penurunan terhadap uji lipat, rasa, tekstur akibat denaturasi protein.

Uji gigit

Tabel 12. Nilai Uji Gigit Surimi Selama Penyimpanan 21 Hari Suhu -5°C

Treatmen	Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
Kontrol	$5,10 \pm 0,76$ <u>a</u> (P)	$4,73 \pm 0,69$ <u>b</u> (P)	$4,57 \pm 0,68$ <u>c</u> (P)	$4,14 \pm 0,70$ <u>d</u> (P)
Tanat 0,05%	$8,13 \pm 0,73$ <u>a</u> (Q)	$7,63 \pm 0,56$ <u>b</u> (Q)	$7,20 \pm 0,41$ <u>c</u> (Q)	$6,67 \pm 0,61$ <u>d</u> (Q)
Sukrosa 4%	$7,77 \pm 0,90$ <u>a</u> (R)	$7,60 \pm 0,72$ <u>a</u> (R)	$7,47 \pm 0,63$ <u>a</u> (R)	$7,37 \pm 0,52$ <u>b</u> (R)
Sorbitol 4%	$7,53 \pm 0,57$ <u>a</u> (S)	$7,37 \pm 0,67$ <u>b</u> (S)	$7,20 \pm 0,48$ <u>c</u> (S)	$7,07 \pm 0,45$ <u>d</u> (S)

Keterangan:

- Data yang diikuti tanda huruf kecil yang berbeda dengan garis bawah pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P > 0,01$)
- Data yang diikuti tanda huruf kecil yang sama tanpa garis bawah pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$)
- Data yang diikuti tanda huruf kecil yang berbeda dengan garis bawah pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P > 0,01$)

Selama penyimpanan terjadi penurunan nilai uji gigit, hal ini diduga selama penyimpanan terjadi denaturasi protein. Menurut Thalib (2009), kadar protein dalam daging lumat berperan penting dalam pembentukan elastisitas gel terutama selama pengujian uji gigit. Selain itu elastisitas merupakan parameter penting dari mutu surimi.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Penambahan asam tanat, sukrosa dan sorbitol berbeda sangat nyata pada nilai gel, kadar air dan pH. penambahan asam tanat 0,05% pada surimi meningkatkan kekuatan gel terbaik. Selama penyimpanan 21 hari suhu -5°C penambahan sukrosa 4% mendapat nilai kekuatan gel terbaik. Penambahan sorbitol 4% selama penyimpanan 21 hari suhu -5°C nilai hedonik ditinjau dari kenampakan, tekstur dan rasa mendapat nilai terbaik. Penambahan sukrosa 4% selama penyimpanan 21 hari suhu -5°C nilai uji lipat dan uji gigit mendapatkan nilai terbaik; dan

2. Konsentrasi terbaik penambahan bahan tambahan makanan untuk meningkatkan nilai kekuatan gel surimi ikan swangi adalah asam tanat 0,05%, sukrosa 4% dan sorbitol 4%.

Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian adalah:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan penambahan asam tanat, sukrosa dan sorbitol dalam meningkatkan nilai kekuatan gel menggunakan ikan yang berbeda, dan
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan perbandingan penyimpanan beku, dingin dan suhu ruang dalam melihat nilai kekuatan gel.

Daftar Pustaka

- Agustini, TS. W., YS. Darmanto and Danar, P. K. P. 2008. Evaluation On Utilization of Small Marine Fish to Product Surimi Using Different Cryoprotective Agents to Increase The Quality of Surimi. *Journal of Coastal Development* 2 (3),131-140 hlm.
- Alvarez, C. Isabel, C. Maite, S and Margarita T. 1996. Waxy Corn Starch Affecting Texture and Ultrastructure of Sardine surimi Gels. *Original Paper. Lebensm Unters Forsch.*
- Astawan, M. 2005. *Bandeng Presto Makanan Masa Mendatang*. Department of Food Science and Technology Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Astawan, M. Mita, W. Joko, S dan Siti. S. 1996. Pemanfaatan Ikan Gurami (*Osphronemus goramy lac*). Jurusan Pengolahan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan, IPB, Kampung Dermaga, Bogor 16680.
- Balai Pengujian dan Pengawasan Mutu Hasil Perikanan. 2001. *Petunjuk Mince Fish dan Surimi Non Ekonomis*. Direktorat Jendral Perikanan, Jakarta, 20 hlm.
- Balange, A.K. 2009. Enhancement of Gel Strength of Surimi Using Oxidized Phenolic Compounds. [Thesis]. Prince of Songkla University, Thailand, 238 p.
- Balange, A.K. and S. Benjakul. 2009. Effect of Oxidised Tannic Acid on the Gel Properties of Mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) Mince and Surimi Prepared by Different Washing Processes. *Food Hyd.* 2 (3):1693-1701.
- _____. 2009. Effect of Oxidised Phenolic Compounds on the Gel Property of Mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) Surimi. *LWT-Food Scie. and Tech.* 4 (2): 1059-1064.
- _____. 2009. Enhancement of Gel Strength of Bigeye Snapper (*Priacanthus tayenus*) Surimi Using Oxidised Phenolic Compounds. *Food Chem.* 11 (3):61-70.
- [BSN] Badan Nasional Indonesia. 2006. Penentuan Kadar Protein dengan Metode Total Nitrogen Pada Produk Perikanan. SNI 01-2354.4-2006. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. 16 hlm.
- _____. 2006. Pengujian Kadar Air. SNI 01-2354.2-2006. Jakarta: Badan standarasi Nasional.
- _____. 2009. Pengujian Organoleptik Uji Lipat dan Uji Gigit. SNI 2372.6-2006. Jakarta: Badan standarasi Nasional.
- Chairita. 2008. Karakteristik Bakso Ikan dari Campuran Surimi Ikan Layang (*Decapterus spp*) dan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp*) pada Penyimpanan Suhu Dingin. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 158 hlm.
- Chamidah, A. 2000. Evaluasi karakteristik fisik dan kimia sosis lele dumbo (*C. gariepinus*) selama penyimpanan 6 hari dengan penambahan dan tanpa penambahan kultur starter *Lactobacillus casei*. 3: 253-260.
- Herawati, N. Dan D, Budiyanto. 2003. Mempelajari Umur simpan Produk Chikuwa Dari 3 Jenis Ikan. Vol. XIII. No.2.
- Jin, S.K., I.S. Kim, S.J. Kim, K.J. Jeong, Y.J. Choi and S.J. Hur. 2007. Effects of Muscle Type and Washing Times on Physico-Chemical Characteristics and Qualities of Surimi. *J. Food Eng.* 81:618-623

- Kamal, M., M. I. Hossain, M. N. Sakib, F. H. Shikha, M. Neazuddin, M. A. J. Bapary and M. N. Islam. 2005. Effect of Salt Concentration and Cryoprotectants on Gel-Forming Ability of Surimi Prepared from Queen Fish (*Chorinemus lysan*) During Frozen Storage. *Pakistan J. Bio. Sci.* 8:793-797.
- Lin, T. M. Park, J. W. 1996. Protein Solubility in Pacific Whiting Affected by Proteolysis During Storage. *J Food Sci* 61 (3): 536-539.
- Matsumoto, I. Tooru, O and Ken-ichi, A. 1985. Protective Effect Of Sugar On Freeze Denaturation Of Carp Myofibril Protein. Laboratory Of Biochemical. Hokkaido University, Hakodate 041, Japan.
- Niwa, E. 1992. Chemistry of Gelatin. Dalam Surimi teknologi. T.C. Lanier dan C.M. Lee (Ed). New York: Marcell Dekker. Inc. Hal 289-328.
- Nopianti, R., N. Huda and N. Ismail. 2011. A Review on the Loss of the Functional Properties of Proteins during Frozen Storage and the Improvement of Gel-Forming Properties of Surimi. *American J. of Food Tech.* 6 (1):19-30.
- Okada, M. 1992. History of Surimi Technology in Japan. Dalam :Surimi Technology. Lanier TC, Lee CM, editors. New York : Marcel Dekker.
- Ooizumi, T, Yasunobu, N and Ken-ichi, A. 1984. Protective Effect Of Carboxylic acids, Sorbitol and Na-Glutamate On Heat Denaturation Of Chub Mackerel Myofibril. Laboratory Of Biochemical. Hokkaido University, Hakodate 041, Japan.
- Park, J. W. 2005. Surimi and Surimi Seafood. ed., CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, 961 p.
- Permana, A. 2010. Sintesis Bahan Nanokomposit. Polianilin (PANi) - Ti O₂ dan Karakterisasi. Bandung: Sinerji Pustaka. Indonesia.
- Purnawati, D. 2006. Kajian Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Asam sitrat Terhadap Mutu Sabun Transparan. [skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian. ITB. Bogor.
- Sasongko, W. T. Lies, M. Y, Zaenal, B. and Mugiono. 2010. Optimisation Binding of Jackfruit Leaves Tannin With Bovine Serum Albumin Protein. University of Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Soekarto, S. T. 1985. Penilaian Organoleptik untuk industri Pangan dan Hasil Pertanian. Jakarta: Bhanthara Karya Aksara.
- Soesilo, D, Rinna, E. S and Indeswati, D. 2005. The Role Of Sorbitol in Maintaining Saliva pH to Prevent Caries Process. University Of Airlangga. Surabaya.
- Suzuki, T. 1981. Fish and Krill Protein in Processing Technology. Applied Science Publishing.Ltd, London.
- Tanaka, T. 1981. Fish and Krill Protein Processing Technology. Science Publisher LTD. London.
- Thalib, A. 2009. Pengaruh Penambahan Emulsifier Lemak dalam Pembuatan Sosis Ikan Tenggiri. Staf pengajar FAPERTA UMMU. Ternate.
- Uju. 2006. Pengaruh Penyimpanan Beku Surimi Terhadap Mutu Bakso Ikan Jangilus (*Istiophorus sp*). Staf Pengajaran pada Departemen Teknologi hasil Perairan, FPIK. IPB. Bogor.
- Winarno, F. G. 1991. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta
- _____. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- www.wikipedia.org/wiki/Quinone (11 nov 2012).
- Zhang, L. Young, X. Jie, X. Zhaojie, L and Changhu, X. 2008. Effects Of High-Temperature Treatment (100°C) on Alaska Pollock (*Theragra chalcogramma*) Surimi Gels. *Journal Of Food Engineering*.